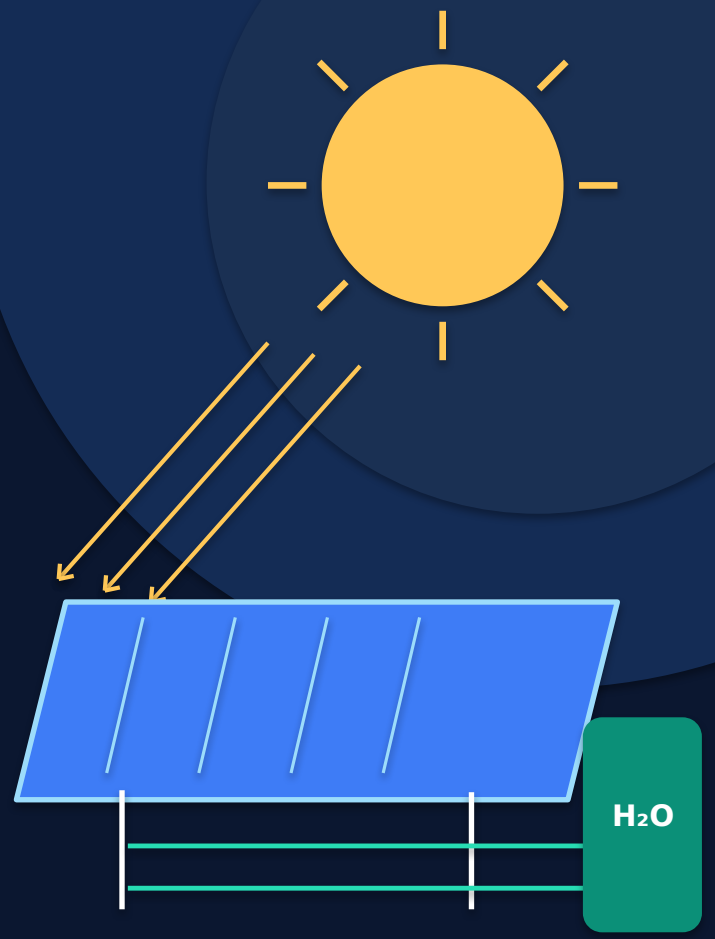
КУРС • 10 ЛЕКЦИЙ

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

ЛЕКЦИЯ 03

Преобразование солнечной энергии в тепло



Солнечное излучение • ориентация • тепловые коллекторы

НАВИГАЦИЯ

Два раздела третьей лекции

Цель: понять характеристики солнечного излучения и процесс его преобразования в полезное тепло.

3.1 Солнечное излучение

Солнечная постоянная, спектр, атмосфера, геометрия освещения и сезонная изменчивость.

3.2 Преобразование в тепло

Поглощение излучения веществом, тепловые потери и способы повышения эффективности коллектора.

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ

Понимать

Откуда берётся энергия солнечного потока.

Интерпретировать

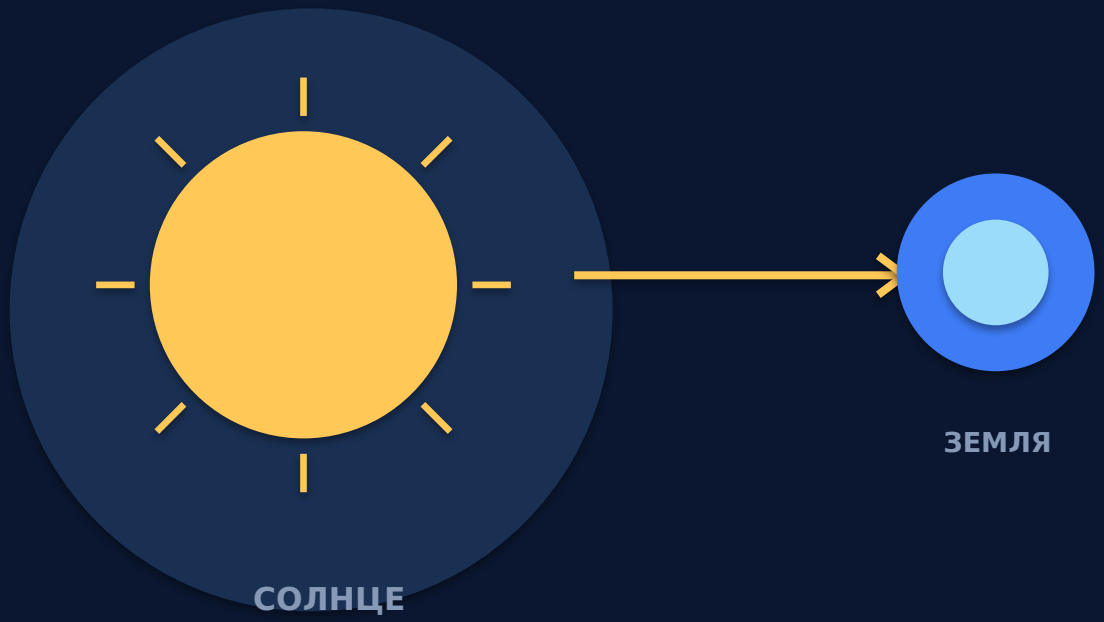
Графики и вероятностные оценки облучённости.

Рассчитывать

Поглощаемую мощность солнечного приёмника.

От термоядерной реакции — к свету

Излучение поверхности Солнца близко к спектру абсолютно чёрного тела с T ≈ 5800 K.



~10⁷ K

температура ядра

~5800 K

температура поверхности

1,496 × 10⁸ км

расстояние Земля — Солнце

1353 Вт/м²

солнечная постоянная (в лекции)

Солнечная постоянная относится к потоку вне атмосферы Земли. Значения приведены по исходному тексту лекции.

Солнечный спектр: три диапазона

Значительная часть солнечной энергии лежит за пределами видимого диапазона.

9%

УЛЬТРАФИОЛЕТ

λ < 0,4 мкм

45%

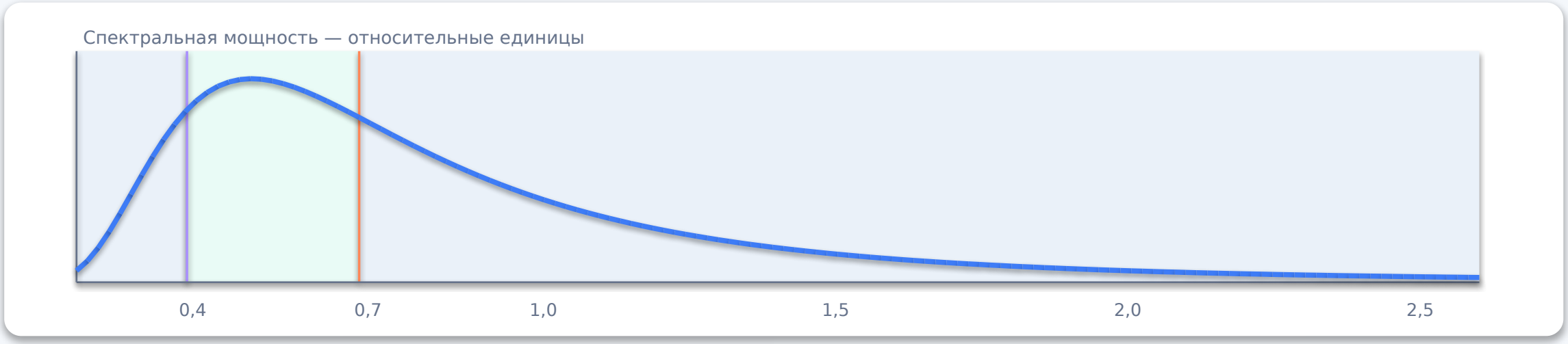
ВИДИМЫЙ СВЕТ

0,4 < λ < 0,7 мкм

46%

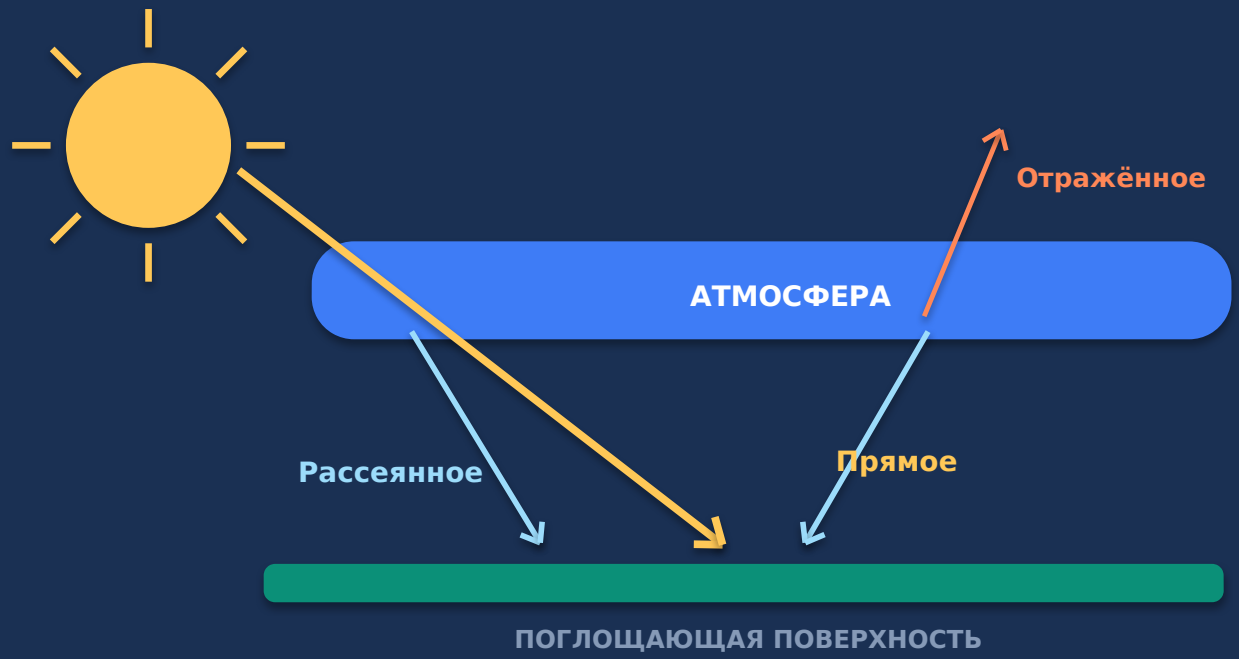
ИНФРАКРАСНОЕ

λ > 0,7 мкм



Что меняется в атмосфере?

Поглощение, рассеяние и отражение изменяют поток, достигающий приёмника.



ДЛЯ ОДНОЙ ПЛОСКОСТИ

Gсум = Gпрям + Gрасс

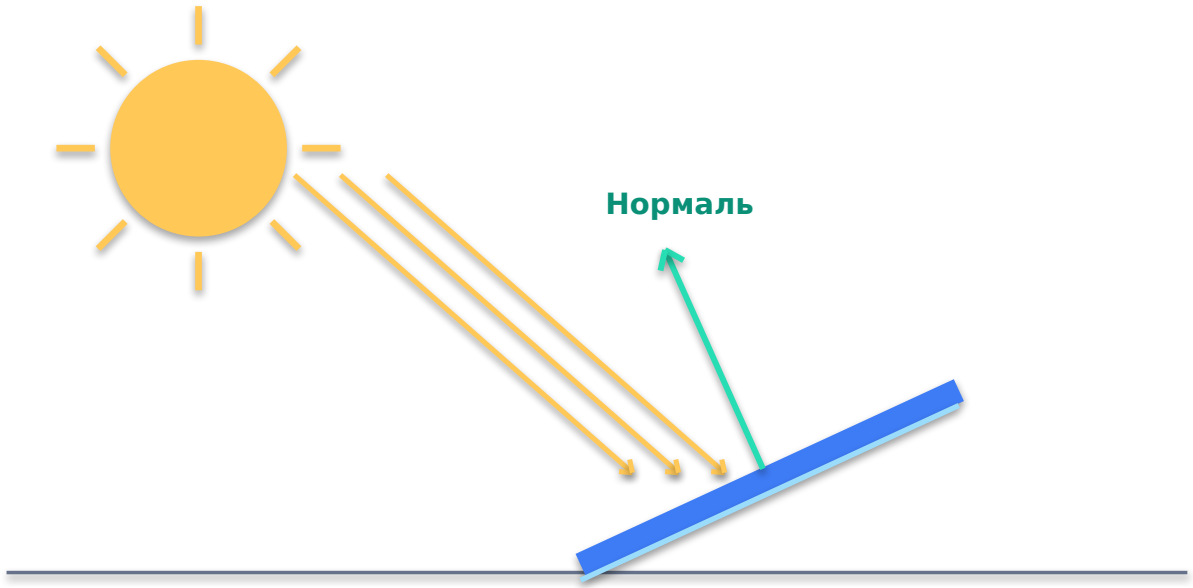
Интенсивность зависит от:

- широты и времени года
- времени суток и облачности
- ориентации приёмника

Для тепловой системы важно знать облучённость именно в плоскости коллектора, а не только на горизонтальной поверхности.

Ориентация коллектора определяет приток тепла

Геометрия установки и положение Солнца задают угол падения лучей на поверхность.



α

Высота Солнца

Угол солнечных лучей над горизонтом

β

Наклон коллектора

Угол панели к горизонтальной плоскости

γ

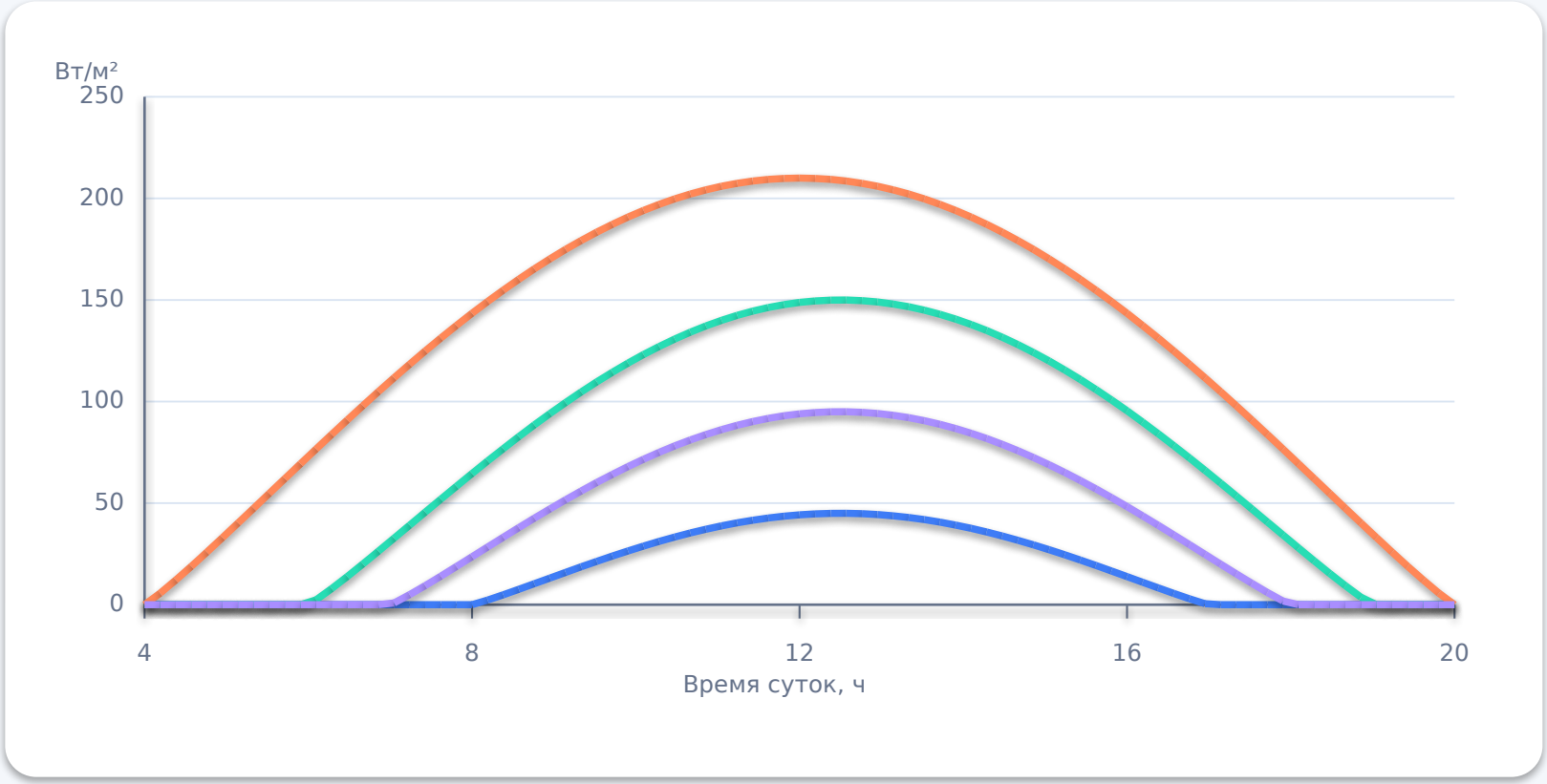
Азимут

Ориентация относительно направления на юг

Больше тепла поступает при меньшем угле между солнечным лучом и нормалью к поверхности коллектора.

Суточный и сезонный ход солнечного потока

Сравнение суммарной интенсивности для разных месяцев: форма графиков зависит от времени года.



СРАВНЕНИЕ СЕЗОНОВ

Январь
примерно 8–17 ч

Апрель
примерно 6–19 ч

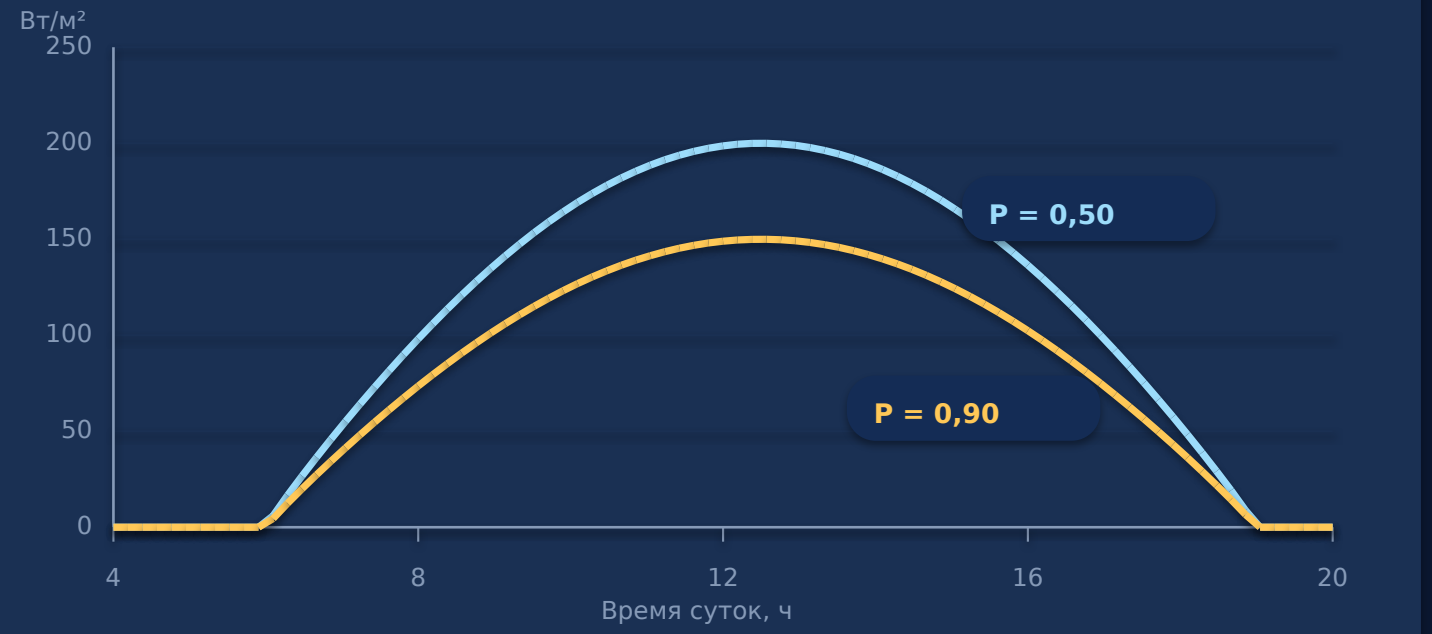
Июль
примерно 4–20 ч

Октябрь
примерно 7–18 ч

Пики и форма кривых — реконструкция по рис. 3.3–3.6 исходной лекции, Ростовская область. Не использовать как расчётные метеоданные.

Почему среднего значения недостаточно?

Для проектирования важно учитывать гарантированную интенсивность с заданной вероятностью.



$$P(G \geq G_г) \geq p$$

p = 0,90

Более консервативная оценка: меньший гарантированный поток.

p = 0,50

Выше оценка потока, но ниже обеспеченность.

Графики — схематическая реконструкция рис. 3.7 исходной лекции; значения не предназначены для проектирования.

Как излучение превращается в тепло?

Поглощённая лучистая энергия повышает внутреннюю энергию вещества и температуру теплоносителя.



ПОГЛОЩАЕМАЯ МОЩНОСТЬ

$$Р_{погл} = \alpha \cdot F \cdot G$$

α — коэффициент поглощения
F — площадь, м²
G — поток в плоскости, Вт/м²

Пример: 0,9 × 2 × 800 = 1440 Вт

Повышение эффективности: увеличить поглощение и уменьшить теплопотери через стекло, корпус и трубопроводы.

Главные выводы и вопросы

Проверьте, как характеристики источника превращаются в параметры реального коллектора.

ПЯТЬ ВЫВОДОВ

- Источник солнечной энергии — термоядерные процессы.
- Спектр состоит из УФ, видимого и ИК диапазонов.
- Облучённость зависит от атмосферы, сезона и ориентации.
- Гарантированный поток учитывает изменчивость ресурса.
- Тепловая мощность зависит от площади, α и потерь.

ВОПРОСЫ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

01 Что называется солнечной постоянной?

02 Чем прямое излучение отличается от рассеянного?

03 Как угол наклона влияет на поток в коллекторе?

04 Как повысить полезную тепловую мощность коллектора?

Основа: «Лекция 3. Преобразования солнечной энергии в тепло», разделы 3.1–3.2. Иллюстрации и графики переработаны для наглядности.